



**BOARD OF INDUSTRY, TRADE AND HANDICRAFT
GENERAL MANAGEMENT OF INDUSTRIAL PRODUCTION
ITALIAN PATENT AND TRADEMARK OFFICE**

Authentication of copy of documents relating to patent application for Industrial Invention
N. MI2000A000545

We declare that the attached copy is a true copy of the original documents
filed with the above mentioned patent application, the data of which
appear from the attached filing form

Rome, NOVEMBER 21, 2000

Seal stamp

DIVISION DIRECTOR

Eng. Giorgio. ROMANI
(signature)

TO THE BOARD OF INDUSTRY, TRADE AND HANDICRAFT

ITALIAN PATENT AND TRADEMARK OFFICE - ROME

APPLICATION FOR INDUSTRIAL INVENTION PATENT, RESERVE FILING, ADVANCED ACCESSIBILITY BY THE PUBLIC

MODEL A.



A. **APPLICANT (S)** N.G.
 1) DENOMINATION ALCATEL
 RESIDENCE PARIS - (FRANCE) code

B. **REPRESENTATIVE OF THE APPLICANT BY I.P.T.O.**
 surname name BORSANO CORRADO fiscal code
 name of the office ALCATEL ITALIA S.p.A. -- PATENT OFFICE
 street TRENTO n. 30 town VIMERCATE post code 20059 prov. MI

C. **DOMICILE OF CHOICE addressee:** at the Representative's Office
 street n. town post code prov.

D. **TITLE** proposed class (sec./cl./subcl) group / subgroup
 "Method and apparatus for transmitting/receiving STM-4 (SDH) or STS-12 (SONET) digital signals over two RF carriers
 in a radio regenerator section"

ACCESSIBILITY IN ADVANCE FOR THE PUBLIC: YES NO (X) IF PETITION: DATE RECORD NO.:

E. **DESIGNATED INVENTORS** surname name surname name
 1) COLOMBO Claudio 3)
 2) GAROFOLI Primo 4)

F. **PRIORITY** annexe
 nation or organization priority type application number filing date S/R

RESERVE DISSOLUTION
 Date Protocol no.

G. **CENTER DEPUTED TO THE CULTURE OF MICRO-ORGANISM,** denominationH. **SPECIAL NOTES**

ATTACHED DOCUMENTATION
 NO. of ex.

Doc. 1)	2	PROV.	no . pag.	[18]	abstract with main drawing, description and claims (compulsory 1 exemplar)
Doc. 2)	2	PROV.	no. draw	[05]	drawing (compulsory if mentioned in the description, 1 exemplar
Doc. 3)	1	RIS			power of attorney, general power or reference to general power
Doc. 4)		RIS			inventor designation
Doc. 5)		RIS			priority document with italian translation
Doc. 6)		RIS			authorization or deed of assignment
Doc. 7)					complete name of applicant

RESERVE DISSOLUTION
 Date Protocol no.
 compare single priorities

8) payment receipt, total liras FIVE HUNDRED SIXTYFIVE THOUSAND compulsory

TYPED ON 17/03/2000 SIGNATURE OF APPLICANT (S) Eng. CORRADO BORSANO
 TO BE CONTINUED YES / NO NO c/o ALCATEL ITALIA S.p.A.
 CERTIFIED COPY OF THE PRESENT CERTIFICATE IS REQUESTED YES / NO YES (signature)

PROVINCIAL OFFICE OF IND. COMM. HAND. OF MILAN code 15

FILING REPORT APPLICATION NUMBER MI2000A 000545 Reg.A

In the year nineteen hundred TWO THOUSAND on day SEVENTEEN of the month of MARCH

The above mentioned applicant (s) has (have) submitted to me the present application formed by no. 00 additional sheets for the grant of the aforesaid patent

I. **VARIOUS NOTES OF DRAWING UP OFFICER**

FILING PARTY
 SIGNATURE

Office
 seal

DRAWING UP OFFICER
 CORTONESI MAURIZIO
 signature



MINISTERO DELL'INDUSTRIA, DEL COMMERCIO E DELL'ARTIGIANATO

DIREZIONE GENERALE DELLA PRODUZIONE INDUSTRIALE

UFFICIO ITALIANO BREVETTI E MARCHI



Q63557
1081
JC929 U.S. PTO
09/809260
03/16/01

Autenticazione di copia di documenti relativi alla domanda di brevetto per *Invenzione Industriale*

MI2000 A 000545

N.

*Si dichiara che l'unita copia è conforme ai documenti originali
depositati con la domanda di brevetto sopraspecificata, i cui dati
risultano dall'accluso processo verbale di deposito*

11 GEN. 2001

IL DIRETTORE DELLA DIVISIONE

Ing. Giorgio ROMANI

Giorgio Romani

CERTIFIED COPY OF
PRIORITY DOCUMENT

131.141

AL MINISTERO DELL'INDUSTRIA DEL COMMERCIO E DELL'ARTIGIANATO
UFFICIO ITALIANO BREVETTI E MARCHI - ROMA
DOMANDA DI BREVETTO PER INVENZIONE INDUSTRIALE. DEPOSITO RISERVE. ANTICIPATA ACCESSIBILITÀ AL PUBBLICO

MODULO A



A. RICHIEDENTE (I)

1) Denominazione ALCATEL
Residenza PARIGI (FRANCIA) codice
2) Denominazione
Residenza codice

B. RAPPRESENTANTE DEL RICHIEDENTE PRESSO L'U.I.B.M.

cognome nome BORSANO CORRADO cod. fiscale
denominazione studio di appartenenza ALCATEL ITALIA S.p.A. - UFFICIO BREVETTI
via TRENTO n. 30 città VIMERCATE cap 20059 (prov) MI

C. DOMICILIO ELETTIVO destinatario

via n. città cap (prov)

D. TITOLO

classe proposta (sez/ci/sci) gruppo/sottogruppo

"Metodo ed apparato per trasmettere/ricevere segnali digitali di livello
STM-4(SDH) o STS-12(SONET) su due portanti RF in una sezione di
rigenerazione radio".

ANTICIPATA ACCESSIBILITÀ AL PUBBLICO:

SI ☐ NO ☒

SE ISTANZA: DATA / / N° PROTOCOLLO

E. INVENTORI DESIGNATI

cognome nome

cognome nome

1) COLOMBO CLAUDIO 3)
2) GAROFOLI PRIMO 4)

F. PRIORITÀ

nazione o organizzazione

tipo di priorità

numero di domanda

data di deposito

allegato
S/R

1) / /
2) / /

G. CENTRO ABILITATO DI RACCOLTA CULTURE DI MICRORGANISMI, denominazione

H. ANNOTAZIONI SPECIALI

DOCUMENTAZIONE ALLEGATA

N. es.

Doc. 1) 12 PROV n. pag. 18 riassunto con disegno principale, descrizione e rivendicazioni (obbligatorio 1 esemplare)
Doc. 2) 12 PROV n. tav. 105 disegno (obbligatorio se citato in descrizione. 1 esemplare)
Doc. 3) 1 RIS lettera d'incarico, procura o riferimento procura generale
Doc. 4) RIS designazione inventore
Doc. 5) RIS documenti di priorità con traduzione in italiano
Doc. 6) RIS autorizzazione o atto di cessione
Doc. 7) nominativo completo del richiedente

8) attestati di versamento, totale lire CINQUECENTOSESSANTACINQUEMILACOMPILATO IL 17 / 03 / 2000FIRMA DEL(I) RICHIEDENTE(I) CONTINUA SI/NO NODEL PRESENTE ATTO SI RICHIEDE COPIA AUTENTICA SI/NO SI

Ing. CORRADO BORSANO (iscr. 446)

c/o ALCATEL ITALIA S.p.A. obbligatorio

Via Trento, 30 - 20059 VIMERCATE (MI)

UFFICIO PROVINCIALE IND. COMM. ART. DI MILANOcodice 15

VERBALE DI DEPOSITO

NUMERO DI DOMANDA ~~NINONNE~~ MI2000A 000545A

L'anno millenovecento

DUEMILA

il giorno

DICIASSETTE

del mese di

MARZO

il(i) richiedente(i) sopraindicato(i) ha(hanno) presentato a me sottoscritto la presente domanda, corredata di n.

00

fogli aggiuntivi per la concessione del brevetto sopraindicato.

I. ANNOTAZIONI VARIE DELL'UFFICIALE ROGANTE

IL DEPOSITANTE

limbro
dell'Ufficio

L'UFFICIALE ROGANTE

CORTONESI MAURIZIO

RIASSUNTO INVENZIONE CON DISEGNO PRINCIPALE, DESCRIZIONE E RIVENDICAZIONI

NUMERO DOMANDA

REG. 2

DATA DI DEPOSITO

/ /

NUMERO BREVETTO

DATA DI RILASCIO

/ /

D. TITOLO

"Metodo ed apparato per trasmettere/ricevere segnali digitali di livello STM-4(SDH) o STS-12(SONET) su due portanti RF in una sezione di rigenerazione radio".

L. RIASSUNTO

Viene descritto un metodo per trasmettere/ricevere segnali digitali di livello STM-4 (SDH) o STS-12 (SONET) su due portanti RF in una sezione di rigenerazione radio. Il metodo prevede, in trasmissione, di effettuare un'operazione de-interleaving della trama standard da trasmettere in modo da suddividerla per colonne in due semi-trame. I bytes di RSOH della trama standard vengono terminati e trasmessi nei due canali di lavoro o in un canale di servizio ed in un canale di lavoro in modo che siano protetti in una configurazione 1+1. In ricezione, un'operazione di interleaving per colonne ricombina assieme le due semitrame e recupera e ridispone correttamente i bytes di RSOH terminati in modo da ottenere la trama standard originariamente ricevuta dal trasmettitore. Le semi-trame generate sono sincronizzate con la trama standard.

M. DISEGNO

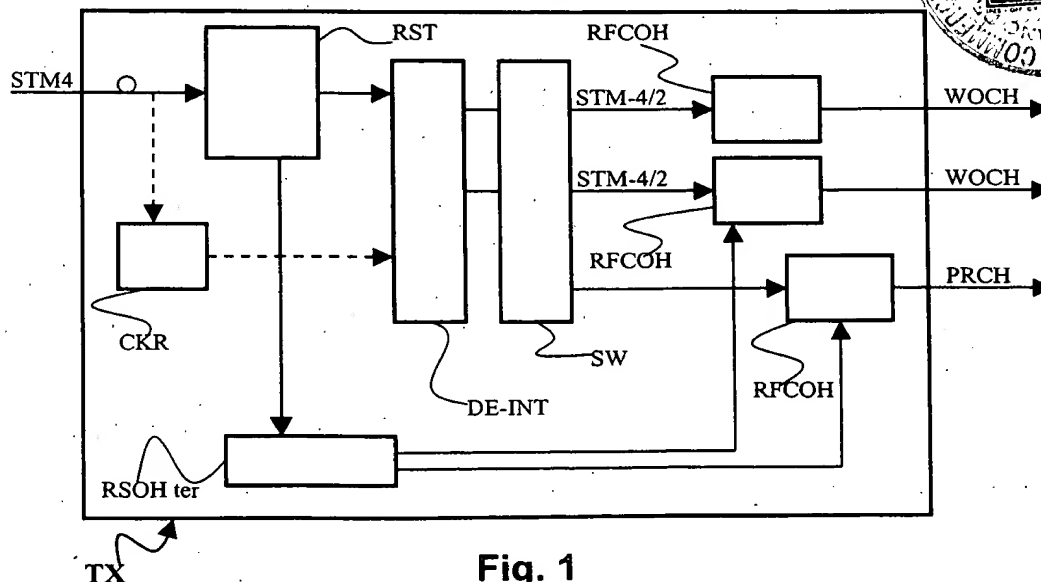
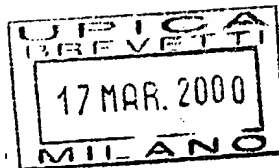


Fig. 1



Ing. CORRADO BORSANO (iscr. 446)
c/o ALCATEL ITALIA S.p.A.
Via Trento, 30 - 20059 VIMERCATE (MI)

-ALCATEL-

DESCRIZIONE

M 2000A0000

La presente invenzione riguarda in generale le trasmissioni radio ed in particolare riguarda un metodo ed un apparato per trasmettere/ricevere segnali digitali di livello STM-4 (SDH) o STS-12 (SONET) su due portanti RF in una sezione di rigenerazione radio SDH o SONET, rispettivamente.

Negli attuali sistemi di telecomunicazione, sorge spesso la necessità (specialmente con operatori che si trovano a gestire reti congestionate) di fornire sistemi radio a grande capacità con elevata efficienza spettrale e schemi architetturali poco complessi. A questi sistemi radio viene richiesto di trasmettere segnali digitali di ordine elevato, come ad esempio livelli di gerarchia sincrona STM-4 (SDH) o STS-12 (SONET), a 622.08 Mb/s. Tali collegamenti devono poter essere inseriti in reti ottiche su nodi di interfaccia STM-4 con tutte le peculiarità di monitoraggio delle prestazioni, gestione, protezione, ecc.

Le necessità di cui sopra sono anche evidenti dalle ultime revisioni delle seguenti raccomandazioni ETSI:

- DEN/TM 4105 (1999-12): High capacity digital radio relay systems carrying 2xSTM-1; 4xSTM-1 or STM-4 signals with 55/56 MHz channel spacing.
- EN 301 277 (1998-08): High capacity DRRS transmitting STM-4 or 4xSTM-1 in a 40 MHz radio frequency channel using Co-Channel Dual Polarized (CCDP) operation.
- DEN/TM-4065 (1999-02): High capacity Digital Radio Relay Systems carrying STM-4 in two 40 MHz channels or 2xSTM-1 in 40 MHz channel with alternate channel arrangement.

La soluzione attualmente nota per interconnettere uno stream di dati STM-4 con un apparato radio prevede la trasmissione di quattro canali STM-1 su altrettante

CB

portanti RF. Si tratta in sostanza di una soluzione che prevede la trasmissione di quattro segnali STM-1 nella sezione radio e permette il trasporto di uno stream STM-4 in una sezione di rigenerazione, utilizzando quattro portanti RF in una configurazione di sistema in protezione 4+2.

È evidente che questo tipo di approccio non ottimizza l'efficienza spettrale del sistema di trasmissione. Inoltre richiede l'utilizzo, nella sezione radio, di quattro rice-trasmittitori (più due di riserva) e la gestione di quattro canali STM-1 in una configurazione minima del sistema di protezione che preveda l'utilizzo di due riserve.

Alla luce delle necessità di cui sopra e delle soluzioni note considerate non del tutto efficienti, è lo scopo principale della presente invenzione quello di fornire un metodo ed un apparato per trasmettere/ricevere segnali digitali di ordine elevato su due portanti RF in una sezione di rigenerazione radio, come ad esempio segnali STM-4 in una sezione di rigenerazione radio SDH.

Questo scopo, oltre ad altri, viene ottenuto dai metodi (per trasmettere e per ricevere) e dagli apparati (trasmettitore e ricevitore) della presente invenzione aventi le caratteristiche indicate nelle rispettive rivendicazioni 1, 6, 11 e 14. Ulteriori caratteristiche vantaggiose dei metodi e degli apparati vengono indicate nelle rispettive rivendicazioni dipendenti. Tutte le rivendicazioni si intendono una parte integrante della presente descrizione.

Per quanto riguarda la trasmissione di segnali sincroni SDH, l'idea alla base della presente invenzione è quella di trasmettere un segnale STM-4 (con una interfaccia ottica di linea, in accordo con la Raccomandazione ITU-T G.957) in un apparato radio utilizzando solo due portanti RF, senza effettuare alcuna operazione di moltiplicazione o demoltiplicazione del segnale, e senza alcun processamento di puntatori, utilizzando così il sistema radio come un puro elemento di rete (NE) rigeneratore. Analoghe

considerazioni possono analogamente essere fatte per la trasmissione di segnali sincroni SONET.

A questo proposito, è bene fin da ora precisare che, nonostante la descrizione che segue sia principalmente riferita a trasmissioni sincrone di tipo SDH (Synchronous Digital Hierarchy) per ragioni di chiarezza e di lunghezza di descrizione, essa si intende ugualmente estesa ed applicabile a trasmissioni sincrone di tipo SONET (Synchronous Optical Network).

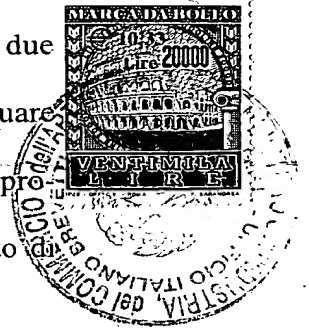
La presente invenzione risulterà certamente chiara dalla descrizione dettagliata che segue, data a puro titolo esemplificativo e non limitativo, da leggersi con riferimento alle annesse figure, in cui:

- Fig. 1 mostra uno schema a blocchi dell'apparato trasmettitore secondo la presente invenzione;
- Fig. 2 mostra uno schema a blocchi dell'apparato ricevitore secondo la presente invenzione;
- Fig. 3 mostra schematicamente come avviene il processo di de-interleaving;
- Fig. 4 mostra i puntatori di AUOH di un segnale STM-4 prima e dopo la scomposizione del segnale stesso in due semi-trame;
- Fig. 5 mostra l'intestazione di una trama STM-4;
- Fig. 6 mostra i quattro byte della parola di allineamento che vengono generalmente utilizzati da una macchina a stati per rivelare la condizione di allineamento;
- Fig. 7 mostra la strategia di allineamento utilizzata per una trama STM-4;
- Fig. 8 mostra, in due semi-trame "STM-4/2", i byte che vengono utilizzati come header per identificare la loro sequenza di arrivo nel lato ricezione;
- Fig. 9 mostra il dispositivo di allineamento delle semi-trame STM-4/2; e

CB

- Fig. 10 mostra il diagramma a stati finiti della strategia di allineamento utilizzata per la trama STM-4 e per le semi-trame "STM-4/2".

Come anticipato sopra, al fine di trasmettere segnali digitali di ordine elevato da un apparato radio ad un altro apparato radio in un sistema di trasmissione, la presente invenzione sostanzialmente prevede di suddividere, in un modo che verrà descritto in seguito, le trame dei segnali da trasmettere in due semi-trame. Queste due semi-trame vengono poi trasmesse utilizzando solo due portanti RF, senza effettuare alcuna operazione di moltiplicazione o demoltiplicazione del segnale, e senza alcun processo di puntatori, utilizzando così il sistema radio come un puro elemento di rete (NE) rigeneratore.



Il metodo dell'invenzione, descritto in seguito per la trasmissione di segnali STM-4 SDH, consiste nel dividere il segnale STM-4 presente all'interfaccia di rete (cioè all'ingresso del ricetrasmittitore) in due segnali "STM-4/2" di tipo proprietario (cioè non standardizzato) da trasmettere su due portanti modulate in passi di canalizzazione opportuni e con una configurazione minima del sistema di protezione (2+1). Chiaramente, per "passo di canalizzazione" si intende la distanza tra due frequenze adiacenti nella canalizzazione utilizzata.

Ad esempio, in una banda di circa 55MHz e utilizzando due portanti cross-polari alla stessa frequenza con un Cancellatore di Interferenza Cross-Polare (XPIC), è possibile trasmettere un segnale STM-4 aumentando l'efficienza spettrale del sistema fino a $622.08 \text{ Mbps} / 55 \text{ MHz} = 11.31 \text{ bit/sec/Hz}$. Si vuole far notare che la trasmissione dei due segnali "STM-4/2" è indipendente dalla frequenza radio utilizzata e dallo schema di modulazione applicato. Di conseguenza è possibile implementare le considerazioni che verranno descritte sia nei sistemi tipo "short-haul" che in quelli tipo "long-haul".

CB

Con un elevato livello di integrazione del processamento del segnale di banda-base, del sistema di protezione hitless e della trasmissione di canali ausiliari di servizio, l'architettura di sistema secondo l'invenzione può incontrare tutti i requisiti necessari per poter essere usata in reti di trasporto STM-4, aree di accesso STM-4 e reti ad anello STM-4.

Come è noto, normalmente la trasmissione di un segnale STM-4 su canali radio a banda limitata avviene attraverso un sistema di moltiplicazione. In questo caso la Sezione di Moltiplicazione (MST) tra due nodi di rete (Network Node) dovrebbe essere interrotta da sezioni di moltiplicazione/demoltiplicazione addizionali. Questo fatto è in conflitto con la filosofia di rete SDH, e in disaccordo con le richieste funzionali imposte dalle raccomandazioni.

Per questo motivo, il sistema radio STM-4 secondo l'invenzione comprende solo Sezioni di Rigenerazione (RST), senza che venga effettuata alcuna operazione di moltiplicazione / demoltiplicazione.

Questa soluzione garantisce che tutte le informazioni contenute nei Virtual Containers, l'overhead di Multiplex Section (MSOH) e la riga di pointer AUOH siano trasmessi in maniera del tutto trasparente all'interno della sezione radio, dove vengono processati solo i bytes di RSOH.

Per comprendere i meccanismi di de-interleaving e di interleaving descritti in seguito (che sfruttano di fatto la simmetria delle strutture contenute nelle trame SDH), consideriamo l'allocazione delle strutture AU-4 (VC-4) in una trama STM-4.

La trama STM-4 può comprendere quattro AUG-1, che saranno numerati da #1 a #4:

- AUG-1 #1 è allocato nelle colonne 1, 5, 9, 13, ... della trama STM-4;
- AUG-1 #2 è allocato nelle colonne 2, 6, 10, 14, ... della trama STM-4;

CB

- AUG-1 #3 è allocato nelle colonne 3, 7, 11, 15, ... della trama STM-4; e
- AUG-1 #4 è allocato nelle colonne 4, 8, 12, 16, ... della trama STM-4.

Ciascun AUG-1 può comprendere tre strutture AU-3, che saranno numerate da #1 a #3. Perciò, ciascun AU-4 può essere identificato con un numero nella forma #B, #A, dove B indica il numero dell'AUG-1 (da 1 a 4), ed A è sempre 0.

L'identificazione delle colonne, nella trama STM-4, occupate dalle strutture AU-4 (B, 0) è data da:

$$\text{colonna X-esima} = 1 + [B-1] + 4*[X-1] \quad (\text{per } X=\text{da } 1 \text{ a } 270)$$

Di conseguenza la struttura AU-4 (1,0) risiede nelle colonne 1, 5, 9, ..., 1077 della trama STM-4, e la struttura AU-4 (4,0) risiede nelle colonne 4, 8, 12, ..., 1080 della trama STM-4.

Premesso quanto sopra, si passerà ora a descrivere l'apparato di trasmissione (TX) secondo la presente invenzione facendo riferimento alla Fig. 1. Sul segnale STM-4 in arrivo, la sezione Regenerator Section Termination (RST) effettua l'operazione di terminazione dei bytes di RSOH (Regenerator Section Overhead) e il calcolo del byte di parità B1 della trama STM-4. In altre parole, nella sezione RST vengono terminati/estratti dalla trama STM-4 i byte DCCR, E1, F1 (e altri canali di servizio) e vengono fatti proseguire nella sezione RFCOH in modo da mantenere sempre l'interconnessione della rete di supervisione tra il lato linea e il lato radio. La sezione di RFCOH (Radio Frame Complementary Overhead) aumenta la capacità di ciascuna semi-trama e consente la trasmissione dei canali DCCR, E1, F1 e altri canali di servizio protetti in una configurazione almeno 1+1. In buona sostanza, i bytes contenenti i canali di servizio vengono interallacciati alle colonne delle semi-trame STM-4/2 e trasmessi su due canali radio (per esempio, un canale di lavoro (WOCH) e quello di protezione (PRCH) oppure sui due canali di lavoro (WOCH) nel caso non vi siano

CB

fenomeni di rumore e/o di corruzione di ciascuna delle semi-trame trasportate nei canali di lavoro). La configurazione di protezione 1+1 garantisce il mantenimento dell'interconnessione di rete anche nel caso di perdita di una delle due semi-trame nel canale radio. Così, potrebbe capitare di perdere le informazioni da trasmettere ma diventa più difficile perdere l'interconnessione della rete di supervisione.

Come mostrato in Fig. 3, il processo di de-interleaving divide la trama standard STM-4 in arrivo, ripartendola per colonne su due flussi STM-4/2 a 311.04 Mb/s. In altre parole, i byte delle colonne dispari vengono disposti nella prima semi-trama (sub-frame N.1) mentre i byte delle colonne pari vengono disposti nella seconda semi-trama (sub-frame N.2). Naturalmente, così facendo, i puntatori delle singole semi-trame non saranno più validi. Come mostrato sempre in Fig. 1, il blocco (DE-INT) che effettua il processo di de-interleaving della trama riceve anche informazioni riguardanti la sincronizzazione da un blocco (CKR) di recupero del clock. Quindi le due semi-trame STM-4/2 saranno sincrone con la trama standard STM-4.

A valle del blocco (DE-INT) che effettua il de-interleaving della trama viene previsto uno switch (SW) multicanale in grado di operare la protezione hitless sui due sub-set in cui è divisa la trama originaria per ridurre la probabilità di perdita dell'informazione a fronte di problemi sul canale radio. Quindi, l'apparato di scambio automatico opera sui due segnali STM-4/2 in una configurazione di protezione 2+1.

Non utilizzando bytes di SOH per la trasmissione dei canali di servizio nella sezione radio, i controlli di parità nei bytes B1 e B2 non vengono in alcun modo alterati. Il calcolo dei parametri di "performance monitoring" sul segnale STM-4 può dunque essere effettuato all'esterno della sezione di scambio a partire dal calcolo delle parità su B1.

CD

Concludendo l'analisi del processo di de-interleaving è utile soffermarsi sul comportamento dei puntatori (Fig. 4) dei quattro VC-4 presenti nella riga di AUOH (Administrative Unit OverHead) del segnale STM-4. Come è noto, i bytes dei quattro puntatori sono disposti consecutivamente nella riga di AUOH ed in seguito al processo di de-interleaving si dispongono nelle righe omologhe delle due semi-trame, perdendone però la configurazione originaria.

Consideriamo in Fig. 4 la configurazione dell'AUOH nel caso in cui la sottomatrice di payload deve ospitare delle strutture AU-4. Le due semi-trame trasmesse avranno dunque una struttura di pointers "non valida", e solo nella fase di ricostruzione della trama STM-4 (in ricezione) questa verrà ricomposta correttamente.

Considerazioni analoghe a quelle fatte per l'apparato di trasmissione verranno fatte per l'apparato che riceve le semi-trame STM-4/2 e le ricombina per ottenere la medesima trama ricevuta dall'apparato di trasmissione. L'apparato ricevitore è schematicamente illustrato in Fig. 2.

Nell'apparato di ricezione (RX), i bytes di RFCOH sono estratti dai segnali ricevuti e le due semi-trame STM-4/2 vengono interallacciate per colonne con un processo di mapping basato sul riconoscimento delle rispettive parole di allineamento e dell'header che identifica l'ordine esatto delle due sottomatrici ricevute per la ricostruzione della trama STM-4 standard. Infatti quando il processo di de-interleaving in trasmissione divide le trame (per colonne) in due semi-trame, nella parola di allineamento sono inseriti due differenti "header" che ne "colorano" l'ordine di decomposizione. In questo modo, durante la ricostruzione della trama STM-4 in ricezione, l'allineatore è in grado di identificare la sequenza corretta delle due semi-trame ricevute, e l'interleaving non ne altera l'ordine.



CD

Nella fase di ricostruzione, le due semi-trame si disporranno correttamente nella trama e anche i pointers di AUOH indicheranno automaticamente la posizione del primo byte del primo VC-4 contenuto nella struttura STM-4 originaria.

La funzione di scambio hitless opera sui segnali STM-4/2 trasmessi sul canale radio, gestendo un livello di priorità elevato per quella semi-trama che contiene i byte di MSOH considerati di primaria importanza (DCCM, E2, S1, M1, ecc.) e che nel sopradescritto processo di de-interleaving applicato alla trama STM-4 si dispongono automaticamente nelle colonne di indice $X[i]$ (con $i=1, 7, 13$) della prima semi-trama.

L'overhead di una trama STM-4 è rappresentato in Fig. 5 dove, con "x" sono stati indicati i byte riservati ad un uso nazionale, con "*" i byte "unscrambled" che devono essere trattati con particolare cura, e con " Δ " i byte dipendenti dal mezzo di trasmissione. In una trama STM-4 la parola di allineamento è composta da 24 bytes ($12 \times A1$ e $12 \times A2$), ma la macchina a stati che rivela la condizione di allineamento, come è noto, lavora solo sui quattro byte centrali, cioè $A1, A1, A2, A2$ (vedi Fig. 6).

La strategia di allineamento utilizzata per una trama STM-4 considera una "short word" (dallo stato di allineamento alla condizione di OOF (Out Of Frame) e una "long word" (dalla condizione di OOF allo stato di allineamento), come mostrato a titolo di esempio nella tabella di Fig. 7.

In una implementazione dei dispositivi secondo la presente invenzione, i parametri che caratterizzano le prestazioni dell'allineatore STM-4, il cui diagramma a stati finiti è illustrato nella Fig. 10, sono sintetizzate nella tabella seguente:

parametri	
T recupero medio (msec)	0.259213
T recupero max (msec)	0.393239
T perdita forzata (sec)	522581

T perdita forzata min (sec)	508
N trame medio perdita di allineamento	5
Varianza N trame medio perdita di allineamento	0.116
Probabilità perdita di falso allineamento	2.7×10^{-10}

Quando il processo di de-interleaving nel lato di trasmissione divide le trame per colonne in due differenti semi-trame, viene generata per ciascuna delle due semi-trame la stessa parola di allineamento. Dunque gli algoritmi utilizzati negli allineatori per le trame STM-4 e STM-4/2 sono gli stessi in quanto essi operano sui bytes della sola parte centrale A1 A1 A2 A2 dell'intera parola di allineamento (bytes #1.11, #1.12, #1.13 e #1.14 per le trame standard STM-4 e bytes #1.5, #1.6, #1.7 e #1.8 per le trame STM-4/2). E' necessario inoltre identificare univocamente la corretta sequenza dei due sottoinsiemi estratti dalla trama STM-4. A questo scopo si "colorano" i quattro bytes A2 della parola di allineamento immediatamente successivi alla zona in cui opera l'allineatore (#1.9, #1.10, #1.11 e #1.12) che verranno utilizzati come una sorta di "intestazione" per le due semi-trame. Ad esempio (vedi anche Fig. 8):

A2 A2 A2 A2 = 00001111 00001111 00001111 00001111 = 0F 0F 0F 0F

per la semi-trama N.1

A2 A2 A2 A2 = 01010101 01010101 01010101 01010101 = 55 55 55 55

per la semi-trama N.2

Così, durante il processo di ricostruzione del segnale STM-4 originario nel lato di ricezione (RX), l'algoritmo di interleaving è in grado di identificare la sequenza corretta delle due semi-trame trasmesse nel canale radio leggendo la configurazione dei bytes A2 di "header" dopo l'allineamento. Infine, la parola di allineamento standard completa (24 bytes) viene riscritta nella trama STM-4 ricostruita.

CB

Utilizzando la soluzione descritta sopra, non esiste la necessità di sincronizzare i segnali nei blocchi funzionali descritti. Infatti, nel lato trasmissione (TX), il clock utilizzato per il meccanismo di de-interleaving nella generazione delle due semi-trame STM-4/2 è ricavato direttamente dal segnale standard STM-4 in ingresso al sistema. Nel lato di ricezione (RX), il clock utilizzato nel processo (interleaving) di ricostruzione della trama STM-4 può essere direttamente selezionato da uno e/o l'altro dei segnali STM-4/2 trasmessi nella sezione radio, sincroni con il segnale STM-4 in ingresso. Le indicazioni di guasto sull'estrattore di clock (LOS CK) indicheranno la necessità di utilizzare il clock dell'altro segnale STM-4/2.

Si rende comunque necessaria, nella sezione di ricostruzione della trama STM-4 (in ricezione), una procedura di allineamento dei due flussi STM-4/2 trasmessi nella sezione radio come ad esempio mostrato in Fig. 9. E' necessario compensare gli eventuali spostamenti del clock dovuti a fenomeni di propagazione indotti sul canale di trasmissione radio ed a differenze di percorsi elettrici (lunghezze dei feeder, ecc). Il sistema di allineamento prevede l'uso di una coppia di memorie elastiche ed un PLL a 311,04 MHz collegato al blocco di selezione del clock.

Si può ipotizzare che i fenomeni di propagazione (fading) possano causare uno spostamento del clock pari a circa metà periodo di simbolo, corrispondente a ± 4 bit. Utilizzando infatti uno schema di modulazione a 128 stati la lunghezza del simbolo trasmesso è pari a 7 bit, come risulta dalle seguenti considerazioni:

- | | |
|---|---|
| □ schema di modulazione: | 128 QAM |
| □ bit rate (senza ridondanza): | 311.04 Mb/s |
| □ periodo di bit: | $T_b = 3.2 \text{ nsec.}$ |
| □ N. di bit per simbolo di costellazione: | 7 bit |
| □ Periodo di simbolo: | $T_s = T_b \times 7\text{bit} = 22.4 \text{ nsec.}$ |

CB

- Ritardo dovuto al fading: $\pm T_s / 2 = \pm 11.2 \text{ nsec}$
- Ritardo dovuto al fading (in bit): $\pm 11.2 \text{ nsec} / T_b = \pm 3.5 \text{ bit}$

Questo vuol dire che all'ingresso delle due memorie elastiche prima della sezione di interleaving della trama (lato radio ricezione) si potrà avere la situazione tale per cui ogni semi-trama è sfalsata di ± 4 bit l'una rispetto all'altra.

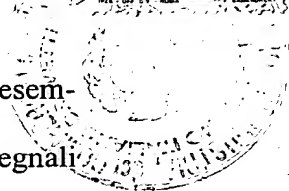
Il clock di lettura delle due memorie elastiche è ricavato sempre da un solo clock, che dovrebbe essere il primo, oppure uno degli altri nel caso in cui il primo clock sia degradato.

È opportuno infine sovradimensionare le memorie elastiche in modo da tenere in conto altri effetti (jitter, differenti lunghezze dei percorsi elettrici, ecc.) che possono causare ulteriori ritardi aggiuntivi.

In caso di impossibilità di eseguire l'allineamento tra i due segnali (per esempio a causa di eccessivi ritardi non recuperabili) oppure quando uno dei due segnali STM-4/2 viene perso all'uscita della sezione di scambio, è necessario inviare una segnalazione verso il blocco RST in uscita (lato linea) perché venga inserito l'allarme di MSAIS sulla trama STM-4 e questa sia completamente rigenerata, ricalcolandone la parità sul byte B1 e inserendo i canali DCCR, E1, F1, ed altri eventuali canali di servizio (protetti comunque in configurazione 1+1 nella sezione radio).

Benchè la configurazione considerata ottimale sia quella con due canali di lavoro ed un canale di protezione, la presente invenzione potrebbe ugualmente essere realizzata senza il canale di protezione o eventualmente con più di un canale di protezione.

È evidente che alla forma di realizzazione illustrata e descritta sopra potranno essere apportate numerose modifiche, adattamenti e varianti, senza peraltro fuoriuscire dall'ambito di protezione definito dalle seguenti rivendicazioni.



RIVENDICAZIONI

1) Metodo per trasmettere via radio segnali digitali sincroni di livello STM-4 SDH o STS-12 SONET, detto metodo comprendendo le fasi di

- ricevere i segnali digitali nella forma di trame standard STM-4 o STS-12, le quali trame standard comprendono bytes di intestazione (SOH) a loro volta classificati come bytes di Regenerator Section OverHead (RSOH) e bytes di Multiplex Section Over-Head (MSOH);

- suddividere ognuna delle trame standard ricevute (STM-4 SDH; STS-12 SONET) in un numero di semi-trame; e

- trasmettere dette semi-trame verso un opportuno apparato ricevitore (RX),

ed essendo caratterizzato dalle fasi di

- terminare (RST) i bytes di RSOH delle trame ricevute ed effettuare il calcolo del byte di parità (B1);

- inviare i bytes di RSOH terminati ad una sezione complementare della trama (RFCOH) interallacciata per colonne alla struttura standard, per la loro trasmissione in configurazione protetta 1+1; **e dal fatto che**

- detta fase di suddividere la trama standard (STM-4 SDH; STS-12 SONET) ricevuta in un numero di semi-trame comprende la fase di suddividere per colonne la trama standard in due semi-trame (STM-4/2, STS-12/2) per poi trasmetterle su canali di lavoro (WOCH) utilizzando solo due portanti RF senza effettuare alcuna operazione di moltiplicazione/demoltiplicazione.

2) Metodo secondo la rivendicazione 1, **caratterizzato dal fatto che** la fase di trasmettere le due semitrame (STM-4/2, STS-12/2) utilizzando solo due portanti RF comprende la fase di utilizzare una portante aggiuntiva di un canale di protezione radio.

3) Metodo secondo la rivendicazione 1 o 2, **caratterizzato dal fatto che** la fase di suddividere le trame standard (STM-4 SDH; STS-12 SONET) è sincronizzata mediante lo stesso segnale di sincronizzazione presente nelle trame standard stesse così che le semi-trame (STM-4/2, STS-12/2) siano sincronizzate con le trame standard.

4) Metodo secondo una qualsiasi delle rivendicazioni 1-3, **caratterizzato dal fatto che** la fase di suddividere le trame standard in due semi-trame comprende la fase di inserire nella parola di allineamento due differenti intestazioni che ne colorano l'ordine di decomposizione in modo da identificare, in una successiva fase di ricomposizione della trama standard, la sequenza corretta delle due semi-trame ricevute..

5) Metodo secondo una qualsiasi delle rivendicazioni 2-4, **caratterizzato dal fatto che** comprende l'ulteriore fase di prevedere una commutazione multicanale in grado di operare una protezione hitless sulle semi-trame (STM-4/2, STS-12/2).

6) Metodo per ricevere segnali digitali sincroni di livello STM-4 SDH o STS-12 SONET trasmessi via radio, detto metodo comprendendo le fasi di:

- ricevere semi-trame (STM-4/2 SDH, STS-12/2 SONET) trasmesse attraverso un corrispondente apparato trasmettitore (TX); e
- combinare le semi-trame ricevute per ottenere trame standard di segnale (STM-4 SDH o STS-12 SONET);

ed essendo caratterizzato dal fatto che

- detta fase di combinare le semi-trame comprende la fase di ricomporre per colonne le semi-trame ricevute (STM-4/2 SDH, STS-12/2 SONET) tramite un processo di mapping basato sul riconoscimento delle rispettive parole di allineamento e dell'intestazione per identificare l'ordine esatto delle due semi-trame ricevute; e dalle fasi di
- estrarre i bytes di RSOH da una sezione complementare della trama (RFCOH); e

- inserire detti bytes di RSOH nelle rispettive posizioni dopo la fase di ricomposizione per colonne.

7) Metodo secondo la rivendicazione 6, **caratterizzato dal fatto che** la fase ricevere semi-trame (STM-4/2, STS-12/2) comprende la fase di ricevere dette semi-trame trasmesse su canali di lavoro (WOCH) utilizzando solo due portanti RF senza effettuare alcuna operazione di moltiplicazione/demoltiplicazione ed eventualmente su un canale di protezione con una portante aggiuntiva.

8) Metodo secondo la rivendicazione 6 o 7, **caratterizzato dal fatto che** la fase di ricomporre per colonne le semi-trame ricevute (STM-4/2, STS-12/2) è sincronizzata mediante l'uno o l'altro segnale di sincronizzazione presente nelle semi-trame così che le trame standard ottenute siano sincronizzate con le semi-trame.

9) Metodo secondo una qualsiasi delle rivendicazioni 6-8, **caratterizzato dal fatto che** la fase di ricomporre per colonne le semi-trame ricevute comprende la fase di allineare le semi-trame ricevute utilizzando una coppia di memorie elastiche ed un anello ad aggancio di fase (PLL) collegato alla fase di sincronizzazione.

10) Metodo secondo la rivendicazione 9, **caratterizzato dal fatto che** la fase di allineare le semi-trame comprende la fase di utilizzare un algoritmo di allineamento sostanzialmente corrispondente a quello utilizzato per le trame standard.

11) Apparato (TX) per trasmettere via radio segnali digitali sincroni di livello STM-4 SDH o STS-12 SONET, detto apparato comprendendo:

- mezzi per ricevere i segnali digitali nella forma di trame standard (STM-4 SDH o STS-12 SONET), le quali trame standard comprendono bytes di intestazione (SOH) a loro volta classificati come bytes di Regenerator Section OverHead (RSOH) e bytes di Multiplex Section OverHead (MSOH);



- mezzi (DE-INT) per suddividere ognuna delle trame standard ricevute (STM-4 SDH; STS-12 SONET) in un numero di semi-trame; e

- mezzi per trasmettere dette semi-trame verso un opportuno apparato ricevitore (RX),

ed essendo caratterizzato dal comprendere

- mezzi (RST) per terminare i bytes di RSOH delle trame ricevute ed effettuare il calcolo del byte di parità (B1);

- mezzi per inviare i bytes di RSOH terminati ad una sezione complementare della trama (RFCOH) per la loro trasmissione in uno schema di protezione 1+1, interallacciate per colonne alle semi-trame STM-4/2, su due canali di lavoro (WOCH) oppure su un canale di lavoro (WOCH) ed uno di protezione (PRCH); in cui

- detti mezzi per suddividere la trama standard (STM-4 SDH; STS-12 SONET) ricevuta in un numero di semi-trame comprendono mezzi atti a suddividere per colonne la trama standard in due semi-trame (STM-4/2, STS-12/2) per poi trasmetterle su canali di lavoro (WOCH) utilizzando solo due portanti RF senza effettuare alcuna operazione di moltiplicazione/demoltiplicazione.



12) Apparato secondo la rivendicazione 11, **caratterizzato dal fatto che** comprende inoltre uno switch multicanale (SW) in grado di effettuare una diramazione delle due semi-trame da trasmettere su un eventuale canale radio di protezione.

13) Apparato secondo la rivendicazione 11 o 12, **caratterizzato dal fatto che** comprende mezzi di recupero della sincronizzazione (CKR) che recuperano il segnale di sincronizzazione direttamente dalle semi-trame standard ricevute.

14) Apparato (RX) per ricevere segnali digitali sincroni di livello STM-4 SDH o STS-12 SONET trasmessi via radio, detto apparato comprendendo:

- mezzi per ricevere semi-trame (STM-4/2, STS-12/2) trasmesse attraverso un corrispondente apparato trasmettitore (TX); e

- mezzi (INT) per combinare le semi-trame ricevute per ottenere trame standard di segnale (STM-4 SDH o STS-12 SONET) ;

ed essendo caratterizzato dal fatto che

- detti mezzi (INT) per combinare le semi-trame interallacciano per colonne le semi-trame ricevute (STM-4/2, STS-12/2) tramite un processo di mapping basato sul riconoscimento delle rispettive parole di allineamento e dell'intestazione per identificare l'ordine esatto delle due semi-trame ricevute; e dal fatto di comprendere inoltre

- mezzi (SM&UI) per estrarre i bytes di RSOH da una sezione complementare della trama (RFCOH); e

- mezzi (RSOHins) per inserire detti bytes di RSOH nelle rispettive posizioni dopo la fase di ricomposizione per colonne.

15) Apparato secondo la rivendicazione 14, **caratterizzato dal fatto che** comprende inoltre uno switch multicanale (SW) in grado di effettuare una protezione hitless sulle due semi-trame ricevute, utilizzando un eventuale canale radio di protezione.

16) Apparato secondo la rivendicazione 14 o 15 **caratterizzato dal fatto che** comprende mezzi selettivi di recupero della sincronizzazione (CKRSEL) per recuperare il segnale di sincronizzazione dall'una e/o dall'altra semi-trama.

p.p. ALCATEL

Il mandatario:



Ing. CORRADO BORSANO (iscr. 446)
c/o ALCATEL ITALIA S.p.A.
Via Trento, 30 - 20059 VIMERCATE (MI)



Ing. CORRADO BORSANO (iscr. 446)
c/o ALCATEL ITALIA S.p.A.
Via Trento, 30 - 20059 VIMERCATE (MI)

[illegible]

INVALID POINTER CONFIGURATION																	
Sub-frame N.1	H1	H1	Y	Y	Y	Y	H2	H2	U	U	U	U	H3	H3	H3	H3	H3

INVALID POINTER CONFIGURATION																	
Sub-frame N.2	H1	H1	Y	Y	Y	Y	H2	H2	U	U	U	U	H3	H3	H3	H3	H3

Fig. 4



Ing. CORRADO BORSANO (iscr. 446)
c/o ALCATEL ITALIA S.p.A.
Via Trento, 30 - 20059 VIMERCATE (MI)



Fig. 5

Bytes reserved for national use

- * Unscrambled bytes. Therefore care should be taken with their content
- Δ Media dependent bytes

NOTE – All unmarked bytes are reserved for future international standardization (for media dependent, additional national use and other purposes).

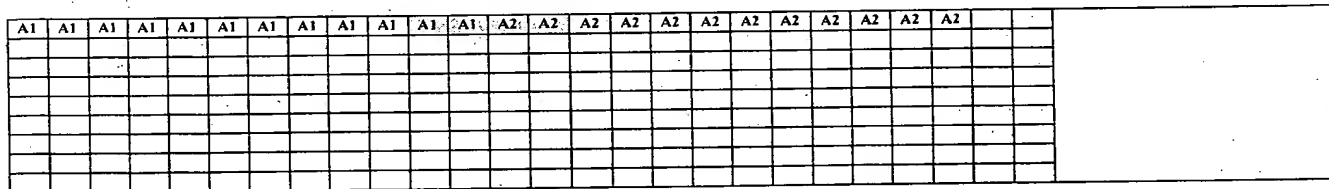
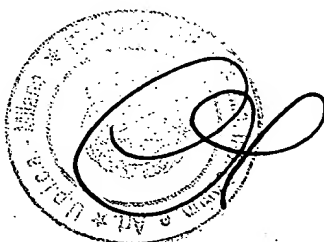


Fig. 6

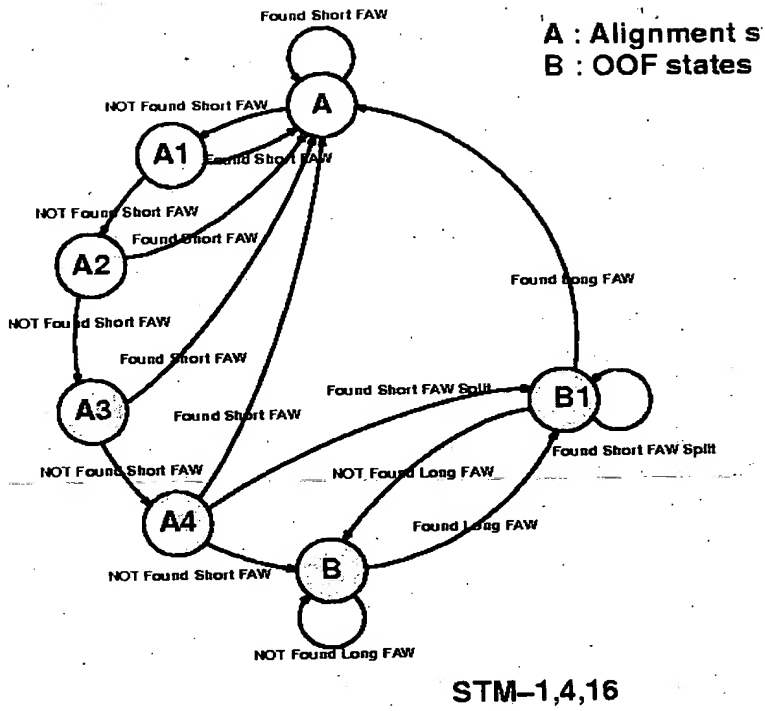
MI 2000A000545

FAW	A1 = 1111 0110	A1 = 1111 0110	A2 = 0010 1000	A2 = 0010 1000
Long (24 bit)	xxxx 0110	1111 0110	0010 1000	0010 xxxx
Short (12 bit)	xxxx x1x0	111x xx1x	x0xx x000	0x1x xxxx

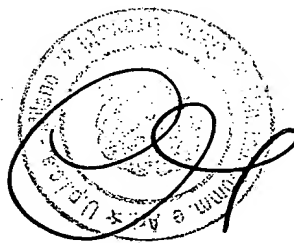
Fig. 7



Ing. CORRADO BORSANO (iscr. 446)
c/o ALCATEL ITALIA S.p.A.
Via Trento, 30 - 20059 VIMERCATE (MI)

**Fig. 10**

MI 2000A000545



Corrado Borsano
 Ing. CORRADO BORSANO (iscr. 446)
 c/o ALCATEL ITALIA S.p.A.
 Via Trento, 30 - 20059 VIMERCATE (MI)